



# Sistema de mapeamento de produção de frutos: testes e adequações tecnológicas

## Fruit production mapping system: tests and technological adjustments

Pedro João de Oliveira Sawczuk<sup>1</sup>, Letícia dos Santos<sup>2</sup>, Alan Gavioli<sup>3</sup>,  
Claudio Leones Bazzi<sup>4</sup>

### RESUMO

Abordamos a importância da agricultura brasileira como um setor fundamental para o crescimento econômico do país. Com uma parcela significativa no PIB nacional, a agricultura exige avanços tecnológicos para aumentar a produção de culturas de forma sustentável. A agricultura de precisão (AP) surge como uma solução, tratando áreas de cultivo de forma individualizada com tecnologias avançadas, como colheitadeiras com piloto automático, sensores, drones e receptores GNSS. Concentra-se no desenvolvimento de um sistema embarcado para mapear a produtividade de culturas de plantas frutíferas. Utilizamos um dispositivo com GPS, RFID e armazenamento em cartão de memória, controlado por um microcontrolador ESP32 e programado na IDE do Arduino. O sistema rastreia a colheita manual de frutos, registrando dados de localização e quantidade. Testamos o sistema com sucesso em bancada, com a integração do hardware e código Arduino IDE. O projeto visa coletar dados para análises geoestatísticas, otimizando o manejo de insumos e recursos humanos. Observamos desafios na interface do Arduino IDE e no sistema de carregamento, que merecem atenção futura. Esperamos que este trabalho contribua para o aumento da produtividade e a redução de custos na agricultura, promovendo um manejo mais eficiente das áreas cultivadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** agricultura; desenvolvimento; tecnologia.

### ABSTRACT

We address the importance of Brazilian agriculture as a fundamental sector for the country's economic growth. With a significant share of the national GDP, agriculture requires technological advances to increase crop production in a sustainable manner. Precision agriculture (PA) appears as a solution, treating cultivation areas individually with advanced technologies, such as harvesters with autopilot, sensors, drones and GNSS receivers. It focuses on the development of an embedded system to map the productivity of fruit plant crops. We use a device with GPS, RFID and memory card storage, controlled by an ESP32 microcontroller and programmed in the Arduino IDE. The system tracks the manual harvesting of fruits, recording location and quantity data. We successfully tested the system on the bench, with the integration of Arduino IDE hardware and code. The project aims to collect data for geostatistical analysis, optimizing the management of inputs and human resources. We observed challenges in the Arduino IDE interface and charging system, which deserve future attention. We hope that this work will contribute to increasing productivity and reducing costs in agriculture, promoting more efficient management of cultivated areas.

**KEYWORDS:** agriculture; development; technology.

<sup>1</sup> Bolsista do(a) Fundação Araucária. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil. E-mail: pedrosawczuk@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 5804470111721270.

<sup>2</sup> Bolsista do(a) Fundação Araucária. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil. E-mail: leticinha.santos@hotmail.com. ID Lattes: 8213278338426344.

<sup>3</sup> Departamento Acadêmico de Computação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil. E-mail: alan@utfpr.edu.br. ID Lattes: 3689948487608659.

<sup>4</sup> Departamento Acadêmico de Computação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil. E-mail: bazzi@utfpr.edu.br. ID Lattes: 2170981286370303.



## INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira é um dos setores mais rentáveis e consistente economicamente neste momento e que mais contribuem com o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) nacional com uma parcela de aproximadamente 25,5% do montante em 2022 (CEPEA, s.d.). Com tal dependência financeira vem a necessidade de avanços tecnológicos que possibilitem aumentar a produção de culturas de forma sustentável, esta transformação agrícola abre oportunidade para uma estrutura baseada em pesquisa, desenvolvimento e inovação.

A utilização da agricultura de precisão (AP) vem expandindo e se solidificando no agronegócio, a mesma tem como objetivo valorizar as cadeias produtivas e ofertar os melhores produtos além da preservação dos recursos naturais através de utilização de tecnologias avançadas (MEDINA, s.d.). Esta prática concilia o manejo de grandes áreas de cultivo considerando a variabilidade espacial das lavouras, ou seja, são tratadas como se fossem pequenos cultivos sendo analisados separadamente e com o montante desses dados ajuda a identificar as ações necessárias para solo auxiliando no gerenciamento de insumos agrícolas pontualmente.

A AP é uma soma de variadas tecnologias que mescladas transmitem uma forma para avaliar, quantificar e mapear o solo (INAMASU; BERNARDI, 2014). Sendo alguns exemplos de uma AP as colheitadeiras com piloto automático, sensores, drones, receptores GNSS (Global Navigation Satellite System) entre muitos outros (MOLIN; AMARAL; COLAÇO, 2015).

A eletrônica embarcada já está difundida na rotina diária da agricultura brasileira, trazendo soluções personalizadas que combinam hardware e programas dedicados para aquisição, processamento, armazenamento e comunicação de dados (SOUSA; LOPES; INAMASU, 2014). Portanto, este presente trabalho anseia desenvolver um sistema embarcado para realizar um mapa de produtividade de um cultivo de plantas frutíferas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### PROCEDIMENTO OPERACIONAL DA PESQUISA

O processo de coleta de dados para uma área de pomares será feito através de um sistema embarcado com georreferenciamento. O dispositivo eletrônico conta com um receptor de sinal Global Position System (GPS), que coleta as coordenadas geográficas, um leitor Radio-Frequency Identification (RFID) e um sistema de armazenamento de dados em cartão de memória micro SD. Estes módulos são interligados por meio de uma Placa de Circuito Impresso (PCI) e são controlados através microcontrolador ESP32, no qual o software que implementa leitura e armazenamento dos dados é feito através da IDE do Arduíno.

### PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL PARA COLETA DE DADOS

O dispositivo desenvolvido possui um número de identificação que será acoplado às sacolas utilizadas pelos funcionários que realizam a colheita manual dos frutos nas árvores. Os frutos colhidos

são descarregados em caixas que também possuem identificação a partir de um cartão RFID, com seu respectivo número. No momento da descarga feita pelo funcionário, o módulo RFID do equipamento presente na sacola recebe o sinal do cartão RFID acoplado à caixa. Assim, um registro em arquivo de texto armazena os dados no cartão de memória micro SD, permitindo posteriormente a identificação do número da caixa e quantidade de descarregamentos feitas nela. O receptor GPS também fornece leitura do posicionamento (latitude e longitude) do funcionário em intervalos de tempo determinados, bem como a data e hora corrente no momento da coleta.

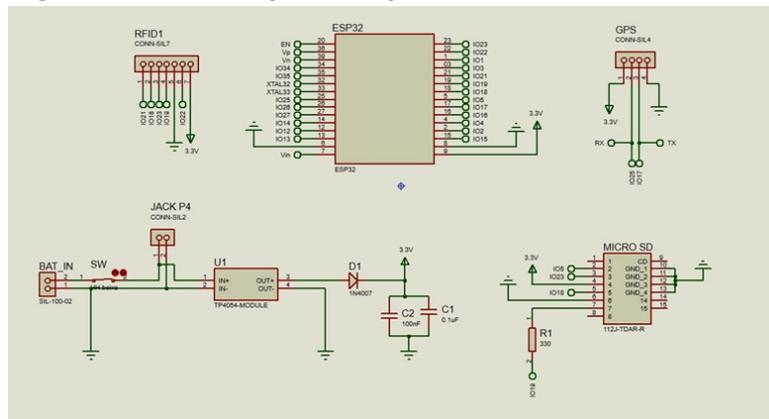
### AUTONOMIA DE ALIMENTAÇÃO DO SISTEMA

A alimentação do protótipo será feita com duas baterias recarregáveis Íon de lítio Li-Ion, modelo 18650 de 4,2V, com capacidade de carga de 9800mAh cada, ligadas em paralelo para maior autonomia, uma vez que assim as capacidades energéticas são somadas. Entretanto, existe a necessidade de adequar a tensão de saída da bateria já que nem todos os módulos presentes dependentes de alimentação em 3,3V, para esse fim foi adicionado um diodo 1N4007, que além de proporcionar a queda de 0,7V de tensão necessária, também auxilia na proteção do circuito da PCI evitando correntes reversas em possível troca de polaridade na fonte de alimentação.

Foram adicionados módulos TP4056, responsáveis por regular o carregamento das baterias, evitando sobrecorrente ou cargas acima da capacidade nominal das baterias. Esta proteção é imprescindível, visto que as baterias são sensíveis a mal uso e correspondem também a parte de maior custo financeiro do sistema.

Um esquemático do circuito do equipamento foi desenvolvido em software ECAD (Eletronic Computer-Aided Design), este é um sistema dedicado para projetar estruturas eletrônicas, e é mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Circuito Esquemático para a PCI do Sistema Embarcado



Fonte: autoria própria.

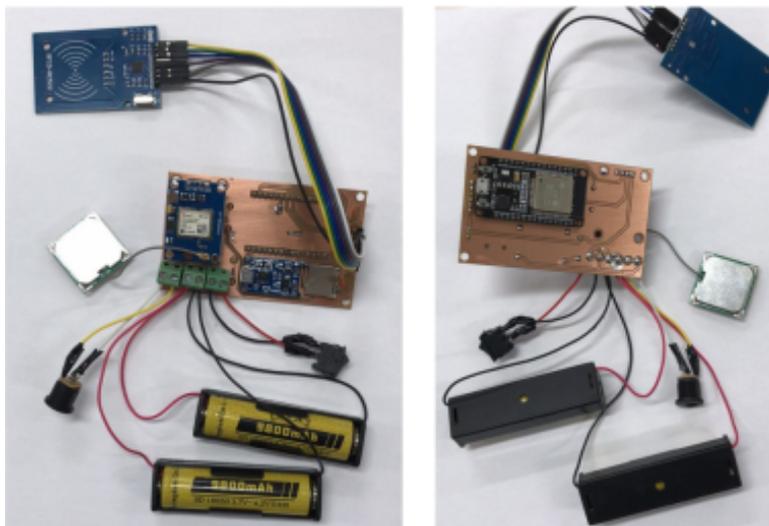


## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O layout foi projetado para confecção em placa de fibra de vidro com revestimento em cobre dupla face. Isso reduz as medidas totais da PCI e possibilita o enclausuramento da eletrônica embarcada em uma caixa executada em impressora 3D. Deste modo o projeto ganha proporções relativamente pequenas, que não atrapalham o trabalho dos funcionários que utilizarão o dispositivo durante a colheita.

Por fim, um circuito para teste em bancada foi executado para certificar o funcionamento da integração do hardware com o código elaborado no ambiente de desenvolvimento Arduino IDE para o ESP32, como mostrado na Figura 2. Após esta etapa, a montagem final dos protótipos tem sua cara final de acordo com as Figuras 3 e 4 e poderá então estar sendo encaminhada para teste em campo.

**Figura 2 – Montagem de teste para bancada**



Fonte: autoria própria.

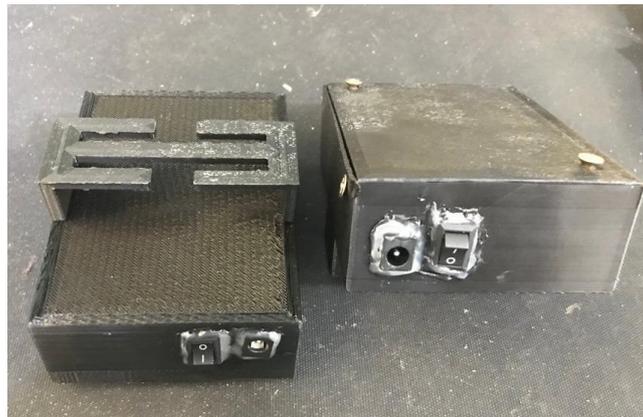


Figura 3 – Parte interna do protótipo



Fonte: autoria própria.

Figura 4 – Protótipo



Fonte: autoria própria.

O sistema desenvolvido tem o potencial de contribuir significativamente para a agricultura de precisão, permitindo o monitoramento mais detalhado da produtividade nas plantações de frutas. No entanto, é necessário abordar as limitações identificadas para otimizar o sistema e alcançar seu pleno potencial. Isso pode resultar em melhorias no manejo de recursos e no aumento da produtividade, beneficiando o setor agrícola brasileiro e a pesquisa em geral.

## RESULTADOS ESPERADOS

O sistema embarcado desenvolvido permitirá realizar a coleta e armazenamento de dados que serão utilizados, posteriormente, para análises geoestatísticas. Isto é possível através dos mecanismos de georreferenciamento e identificação das caixas que recebem a colheita de maçãs. Além disso, o planejamento do hardware para a especificação de longa autonomia possibilitará o uso do equipamento em campo com previsão de duração de carga das baterias por 24 horas. Espera-se



assim, facilitar o procedimento experimental que pode ocorrer sem interrupção do trabalho na colheita dos frutos.

Ficam como ensinamentos que infelizmente há limitações na interface do Arduino IDE então para prosseguimentos posteriores fica o encorajamento para realização na própria plataforma do ESP32, além de um ajuste no sistema de carregamento que apresentou falhas de layout de PCD.

Por fim, pretende-se auxiliar a pesquisa e desenvolvimento de modelos capazes de identificar quais regiões da área cultivada são mais produtivas, de modo a melhorar o manejo de insumos e recursos humanos no pomar. Assim, o propósito primário desta área de pesquisa, que consiste em aumento de produtividade e redução de custos, pode ser realizado.

### Agradecimentos

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Medianeira e a Fundação Araucária.

### Conflito de interesse

Não há conflito de interesse

### REFERÊNCIAS

CEPEA, Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB do Agronegócio Brasileiro**. [S.l.]. Disponível em:

<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 14 out. 2023.

INAMASU, Ricardo Y; BERNARDI, AC de C. **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. 1. ed. [S.l.]: Embrapa, 2014.

MEDINA, Juliana. **O que é agricultura de precisão? Descubra!** [S.l.]. Disponível em: <https://agropos.com.br/o-que-e-agricultura-de-precisao/>. Acesso em: 14 out. 2023.

MOLIN, José Paulo; AMARAL, Lucas Rios do; COLAÇO, André Freitas. **Agricultura de precisão**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

SOUSA, R. V. de; LOPES, W. C.; INAMASU, R. Y. Automação de máquinas e implementos agrícolas: eletrônica embarcada, robótica e sistema de gestão de informação. **Tecnologias da informação e comunicação e suas relações com a agricultura**, Embrapa, Brasília, p. 215–232, 2014.